

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-48039

(43)公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51)IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 H 9/00			G 0 1 H 9/00	E
A 6 1 B 8/00			A 6 1 B 8/00	
G 0 1 B 17/00			G 0 1 B 17/00	C
G 0 1 N 29/24			G 0 1 N 29/24	

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-208058

(22)出願日 平成8年(1996) 8月7日

(71)出願人 000121936

ジーイー横河メディカルシステム株式会社
東京都日野市旭が丘4丁目7番地の127

(72)発明者 竹内 康人

東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127
ジーイー横河メディカルシステム株式会社
内

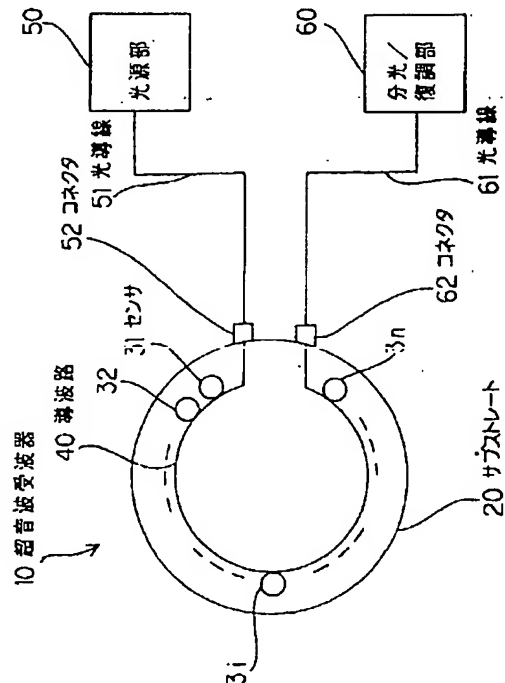
(74)代理人 弁理士 井島 藤治 (外1名)

(54)【発明の名称】 超音波検出方法および装置並びに超音波撮像装置

(57)【要約】

【課題】 検出アレイのチャンネル数に関わらず信号線が少数で済む超音波検出方法および装置並びに超音波撮像装置を実現する。

【解決手段】 共振周波数が個々に異なる複数の光リング共振器31~3nと、複数の光リング共振器を連ねる共通の導波路40と、導波路に広帯域の光を通すことにより前記複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出する検出手段50、60とを具備することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 共振周波数が個々に異なる複数の光リング共振器を共通の導波路で連ね、前記導波路に広帯域の光を通すことにより前記複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出することを特徴とする超音波検出方法。

【請求項2】 共振周波数が個々に異なる複数の光リング共振器と、前記複数の光リング共振器を連ねる共通の導波路と、前記導波路に広帯域の光を通すことにより前記複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出する検出手段とを具備することを特徴とする超音波検出装置。

【請求項3】 被検音場から到来する超音波を受信し、超音波受信信号に基づいて画像を生成する超音波撮像装置であって、超音波の受信を、共振周波数が個々に異なる複数の光リング共振器と、前記複数の光リング共振器を連ねる共通の導波路と、前記導波路に広帯域の光を通すことにより前記複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出する検出手段とを備えた受信手段によって行うように構成したことを特徴とする超音波撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波検出方法および装置並びに超音波撮像装置に関し、特に、光リング共振器のアレイを用いた超音波検出方法および装置並びに超音波撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】被検音場から到来する超音波の検出は、超音波探触子によって行われる。超音波探触子は圧電材料によって構成された超音波検出器（検出器）を有し、これによって超音波が電気信号として検出される。

【0003】超音波受信信号に基づいて被検音場の状態を画像化するすなわち超音波撮像をする場合、超音波探触子としては複数の検出器をアレイ(array) 状に配列し、多チャンネル(channel) 化したものが用いられる。そして、多チャンネルのエコー受信信号を画像再構成処理にかけることにより、被検音場についての画像が生成される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】個々のチャンネルの受信信号を撮像装置本体側の電気回路に伝達するために、個別に信号線が用いられる。すなわち、チャンネル数と同数の信号配線が用いられる。したがって、例えば、医療用の超音波撮像装置における超音波探触子を128チャンネルのアレイで構成したとき、128本の信号線配線が必要とされる。

【0005】これらの信号線は、エコー受信信号をRF (radio frequency) 信号のままで伝達しなければならないので、一般に同軸ケーブルが用いられる。このため、

超音波探触子を撮像装置本体側に接続するケーブルの束が太くなるのが避けられない。

【0006】超音波撮像の性能向上または自由度向上の観点からは、アレイはできるだけチャンネル数を多くすることが望ましいが、取扱い容易なケーブルの太さには限度があるので、チャンネル数は自ずから制約される。このような制約は、2次元アレイの超音波探触子を構成しようとした時、極めて多数の検出器を必要とするので特に深刻である。

10 【0007】超音波探触子と撮像装置本体との接続ケーブル数を少なくするためには、エコー受信信号を処理する電気回路を超音波探触子内に配置することが考えられるが、その電気回路への電源供給や超音波探触子内での電気回路の発熱対策が必要になる等の新たな問題が派生する。また、超音波探触子が大型化するのも問題である。

【0008】本発明は上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、検出アレイのチャンネル数に関わらず信号線が少数で済む超音波検出方法および装置並びに超音波撮像装置を実現することである。

20 【0009】本発明は、リング(ring)共振器を用いた光集積回路微小圧力センサ(sensor)を応用してなされたものである。そのような圧力センサについては、例えば電子情報通信学会論文誌 C-I Vol. J79-C-I No. 1 pp. 1-9 1996年1月 に紹介されている。

【0010】この圧力センサの模式的構成を図15に示す。図15の(a)は斜視図、(b)は断面図である。同図に示すように、ガラス基板GBSに、多重干渉光回路であるリング共振器RLSと感圧部であるダイヤフラム(diaphragm) DPMが形成されている。

30 【0011】リング共振器RLSは、リング状の導波路RNGと、これに光を入出力させる方向性結合器CPLとで構成される。方向性結合器CPLは導波路WGとリング状の導波路RNGの一方の側の導波路部分との間の近接部によって形成される。導波路WGの一端に光入力信号INが入力され他端から光出力信号OUTが出力されるようになっている。リング状の導波路RNGの他方の側の導波路部分はダイヤフラムDPMの上を通るようになっている。

40 【0012】リング状の導波路RNGと導波路WGは、ガラス基板GBS上に光集積回路技術によって形成される。すなわち、ガラス基板GBSにその屈折率をわずかに増加させる物質（例えばアルミニウム(Al)等）を拡散することによって形成される。ダイヤフラムDPMは、リング共振器RLSが形成される面とは反対側からガラス基板GBSをエッチング(etching) すること等によって形成される。

50 【0013】図16はリング共振器RLSの光出力信号OUTの周波数特性で、光の多重干渉により鋭い共振特

性を示す。図16のグラフは、共振周波数に一致する周波数成分が方向性結合器CPLを通じてリング状の導波路RNGに吸収されることを表している。リング状の導波路RNGに吸収された光は其中を循環する。

【0014】ダイヤフラムDPMに圧力が印加されると、ダイヤフラムDPMが撓み内部に歪が生じる。この歪により、ダイヤフラムDPMの上を通る導波路には光弾性効果による比誘電率変化するなわち屈折率変化が引き起こされ、そこを伝播する導波光に位相変化が生じる。この位相変化によってリング共振器RLSの共振周波数が例えば破線で示すように変化する。この周波数変化 Δf が印加圧力の大きさに対応しているため、それを測定することにより圧力を測定することができる。

【0015】

【課題を解決するための手段】

〔1〕課題を解決するための第1の発明は、共振周波数が個々に異なる複数の光リング共振器を共通の導波路で連ね、前記導波路に広帯域の光を通すことにより前記複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出することを特徴とする。

【0016】課題を解決するための第1の発明によれば、複数の光リング共振器を共通の導波路で連ね、この導波路に広帯域の光を通すことにより複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出するようにしたので、複数の超音波検出信号群を共通の導波路を通じて取り出すことができ、それによって、検出アレイのチャンネル数に関わらず信号線が少数で済む超音波検出方法を実現することができる。

【0017】〔2〕課題を解決するための第2の発明は、共振周波数が個々に異なる複数の光リング共振器と、前記複数の光リング共振器を連ねる共通の導波路と、前記導波路に広帯域の光を通すことにより前記複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出する検出手段とを具備することを特徴とする。

【0018】課題を解決するための第2の発明によれば、複数の光リング共振器を共通の導波路で連ね、この導波路に広帯域の光を通すことにより複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出するようにしたので、複数の超音波検出信号群を共通の導波路を通じて取り出すことができ、それによって、検出アレイのチャンネル数に関わらず信号線が少数で済む超音波検出装置を実現することができる。

【0019】〔3〕課題を解決するための第3の発明は、被検音場から到来する超音波を受信し、超音波受信信号に基づいて画像を生成する超音波撮像装置であって、超音波の受信を、共振周波数が個々に異なる複数の

光リング共振器と、前記複数の光リング共振器を連ねる共通の導波路と、前記導波路に広帯域の光を通すことにより前記複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出する検出手段とを備えた受信手段によって行うように構成したことを特徴とする。

【0020】課題を解決するための第3の発明によれば、複数の光リング共振器を共通の導波路で連ね、この導波路に広帯域の光を通すことにより複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出するようにしたので、複数の超音波検出信号群を共通の導波路を通じて取り出すことができ、それによって、検出アレイのチャンネル数に関わらず信号線が少数で済む超音波撮像装置を実現することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、本発明は実施の形態に限定されるものではない。

【0022】図1に超音波検出装置のブロック(block)図を示す。本装置は本発明の実施の形態の一例である。なお、本装置の構成によって本発明の装置に関する実施の形態の一例が示される。また、本装置の動作によって本発明の方法に関する実施の形態の一例が示される。本発明の実施の形態の他の例においても同様である。

【0023】図1に示すように、超音波受波器10は、サブストレート(substrate)20上に複数のセンサ31(i:1~n)のアレイを例えば円形に形成したものである。nの値は例えば128である。サブストレート20としては例えばガラス基板がセンサアレイを光集積回路技術によって形成する点で好ましい。

【0024】なお、アレイの形状は円形に限るものではなく、楕円形や矩形等、任意所望の形状にして良い。あるいは、直線的なアレイとしても良い。さらには、2次元のアレイとしても良い。

【0025】複数のセンサ31~3nは導波路40によって一筆描き状に連ねられている。導波路40は本発明における導波路の実施の形態の一例である。導波路40の一端には、光源部50が光導線51および光コネクタ(connector)52を通じて接続され、これによって導波路40に光信号が供給されるようになっている。

【0026】光導線51は例えば光ファイバー(fiber)等によって構成される。光源部50は多色もしくは広帯域の光信号を供給するものである。光源部50は例えばレーザー光源等を用いて構成される。多色光の発生はスペクトラム掃引によって行うようにしても良い。

【0027】導波路40の他端には、分光/復調部60が光導線61および光コネクタ62を通じて接続されている。分光/復調部60は導波路40の光出力信号の分光および復調を行うものである。光源部50および分光

／復調部60は本発明における検出手段の実施の形態の一例である。

【0028】センサ3iは、前記の文献に記載された圧力検出器と共通の基本構成を有する。すなわち、図2の平面図および図3のA-A断面図に示すように、多重干渉光回路であるリング共振器3i1と感圧部のダイヤフラム3i2とで構成される。リング共振器3i1は本発明における光リング共振器の実施の形態の一例である。

【0029】リング共振器3i1は、リング状の導波路RNGと、これに光を入出力させる方向性結合器CPLとで構成される。方向性結合器CPLは、導波路40とリング状の導波路RNGの一方の側の導波路部分との間の近接部によって形成される。導波路40の一端に光入力信号INが入力され他端から光出力信号OUTが出力されるようになってい

る。リング状の導波路RNGの他方の側の導波路部分はダイヤフラム3i2の上を通るようになってい

る。【0030】リング状の導波路RNGと導波路40は、サブストレーツ20上に例えば光集積回路技術によって形成される。すなわち、サブストレーツ20にその屈折率をわずかに増加させる物質（例えばアルミニウム(Al)等）を拡散することによって形成される。ダイヤフラム3i2は、リング共振器3i1が形成される面とは反対側からサブストレーツ20をエッチングすること等によって形成される。

【0031】ダイヤフラム3i2は、矢印ARWのように被検音場から到来する超音波を受波する。ダイヤフラム3i2の超音波受波面には必要に応じて音響整合層MCHが設けられる。また、エッチング孔内には伝音媒体MDIが充填される。

【0032】図4はリング共振器3i1の光出力信号OUTの周波数特性で、光の多重干渉により鋭い共振特性を示す。図4のグラフは、共振周波数に一致する周波数成分が方向性結合器CPLを通じてリング状の導波路RNGに吸収されることを表している。吸収された光はリング状の導波路RNG内を循環する。

【0033】ダイヤフラムDPMに超音波が印加されると、その圧力に応じてダイヤフラムDPMが撓み内部に歪が生じる。この歪により、ダイヤフラムDPMの上を通る導波路には光弾性効果による比誘電率変化すなわち屈折率変化が引き起こされ、そこを伝播する導波光に位相変化が生じる。この位相変化によってリング共振器3i1の共振周波数が例えば破線で示すように変化する。この周波数変化 Δf が超音波圧力の大きさに対応している。すなわち、超音波によって共振周波数がFM(frequency modulation)された光信号が得られる。

【0034】このように構成された複数のセンサ31～3nが、導波路40を直列に連ねてサブストレーツ20上に配列されている。複数のセンサ31～3nは、それらのリング共振器3i1の共振周波数が個々に異なるよ

うに構成されている。共振周波数の相違はリング状の導波路RNGの寸法を異ならせることによって実現される。

【0035】このようにすることにより、光源部50から供給された多色の光信号から、各センサ3iによってそれぞれの共振周波数に周波数が一致する光成分が吸収される。そして、このように各共振周波数成分が吸収された後の光信号が光導線61を通じて分光／復調部60に入力される。

【0036】すなわち、分光／復調部60にはいわば暗線スペクトルを有する光信号が入力される。個々の暗線スペクトルが各センサ3iの共振周波数を表し、その周波数変化が超音波圧力を示している。共振周波数が個々に異なるので、複数のセンサ31～3nの超音波検出信号は1本の光導線61により伝送することができる。すなわち、超音波検出信号は周波数多重により伝送される。

【0037】光導線61の途中には必要に応じて図示しない光増幅器が設けられる。光増幅器の中でも、例えばエルビウム(Er)ドーブ(dope)光ファイバー等による光アンプ(amplifier)が構成が簡単な点で好ましい。

【0038】分光／復調部60は分光によって個々の共振周波数成分を分離する。これによって、センサ3iの検出信号が個々に分離される。分光／復調部60は、また、各検出信号についてFM検波(復調)を行うことにより超音波に対応した電気信号をそれぞれ生成する。これによって、超音波受波器10のセンサアレイの各チャンネル毎の超音波受信信号が電気信号として得られる。

【0039】以上のように、本装置によれば、超音波受波器10と光源部50および分光／復調部60を2本の光導線で結ぶだけで多チャンネルの超音波受信信号を収集することができる。すなわち、光源部50および分光／復調部60を装置本体側に設置したとき、それと超音波受波器10を結ぶ信号線は、チャンネル数に無関係にたった2本で済ませることができる。なお、光導線数を増やして系統を複数化することにより、2次元アレイ等の膨大なチャンネル数にも容易に対応することができる。

【0040】図5に本発明の実施の形態の他の例を示す。同図において図1と同様の部分は同一の符号を付して説明を省略する。この実施の形態においては、導波路が入力導波路41と出力導波路42の2系統で構成されている。

【0041】入力導波路41の一端には光源部50からの入力光が与えられる。入力導波路41の他端は無反射終端器(終端器)43で終端されている。出力導波路42の一端には分光／復調部60が接続されている。出力導波路42の他端は無反射終端器(終端器)44で終端されている。入力導波路41と出力導波路42の間には複数のセンサ3i'(i:1～n)が配置されている。

【0042】センサ3*i*'は、図6の平面図および図7のB-B断面図に示すように、リング共振器3*i*1'と感圧部のダイヤフラム3*i*2とで構成される。リング共振器3*i*1'は、リング状の導波路RNGと、これに光を入出力させる方向性結合器CPL1、CPL2とで構成される。

【0043】方向性結合器CPL1は、リング状の導波路RNGの一方の側の導波路部分に近接する入力導波路41との間に形成される。方向性結合器CPL2は、リング状の導波路RNGの他方の側の導波路部分に近接する出力導波路42との間に形成される。リング状の導波路RNGの両側もしくはどちらか一方の側の導波路部分がダイヤフラム3*i*2の上を通るようになっている。

【0044】このように構成された複数のセンサ3*i*1'～3*n*'が、入力導波路41同士および出力導波路42PL2同士を直列に連ねてサブストレータ20上に形成されている。複数のセンサ3*i*1'～3*n*'は、リング共振器3*i*1'の共振周波数が個々に異なるように構成されている。したがって、光源部50から入力導波路41に供給された光信号のうちそれぞれの共振周波数に一致する周波数を持つ光成分が各センサ3*i*1'によって抽出される。

【0045】抽出された光は各センサ3*i*1'においてリング状の導波路RNG内を循環し、その一部が方向性結合器CPL2を通じて出力導波路42に伝達される。これによって、出力導波路42には例えば図8に示すようなスペクトルを有する光信号が得られる。したがって、出力導波路42には各リング共振器3*i*1'の共振周波数に一致する周波数を持つ光信号の集まり、すなわち、いわば輝線スペクトルを有する光信号が得られ、それが光導線61を通じて分光/復調器60に伝送される。すなわち共通の伝送路上を周波数多重によって光伝送が行われる。光導線61中には光アンプを設けることが望ましい。

【0046】分光/復調器60は分光によって個々の共振周波数成分を分離する。これによって、個々のセンサ3*i*の検出信号が個々に分離される。分光/復調器60は、また、各検出信号についてFM検波(復調)を行うことにより超音波に対応した電気信号をそれぞれ生成する。これによって、超音波受波器10のセンサアレイの各チャンネル毎の超音波受信信号が電気信号として得られる。

【0047】以上のように、本装置によれば、超音波受波器10と光源部50および分光/復調器60を2本の光導線で結ぶだけで多チャンネルの超音波受信信号を収集することができる。すなわち、光源部50および分光/復調器60を装置本体側に設置したとき、それと超音波受波器10を結ぶ信号線は、チャンネル数に無関係にたった2本で済ませることができる。なお、光導線数を増やして系統を複数化することにより、2次元アレイ等

の膨大なチャンネル数にも容易に対応することができる。

【0048】この実施の形態の例は、分光/復調器60に inputs する光信号が輝線スペクトルとなる点で好ましい。これに対して、図1に示した実施の形態の例は、分光/復調器60に inputs する光信号が暗線スペクトルとなるものの、超音波受波器10における光信号の入力導波路と出力導波路を1本の導波路で兼用でき、構成が簡素化される点で好ましい。

【0049】図9に分光/復調器60の実施の形態の一例の概念的構成を示す。同図に示すように、分光/復調器60は、サブストレータ70上に複数の分光/復調器8*i*(*i*:1～*n*)のアレイを形成したものとされている。*n*は例えば128である。分光/復調器8*i*の数は超音波受波器10におけるセンサ3*i*または3*i*'の数に等しい。分光/復調器8*i*はセンサ3*i*または3*i*'と対をなして構成される。

【0050】複数の分光/復調器81～8*n*は導波路90によって連ねられている。導波路90の一端には光導線61および光コネクタ63を通じて超音波受波器10から光出力信号が inputs されるようになっている。導波路90の他端は無反射終端器(終端器)100によって終端されている。

【0051】分光/復調器8*i*もリング共振器を利用して構成される。すなわち、図10の平面図および図11のC-C断面図に示すように、リング共振器8*i*1が、リング状の導波路RNGと、これに光を入出力させる方向性結合器CPLとで構成される。方向性結合器CPLは導波路90とリング状の導波路RNGの一方の側の導波路部分との間の近接部によって形成される。

【0052】このようなリング共振器8*i*1はセンサ3*i*におけるリング共振器3*i*1と同様に光集積回路技術によって構成される。リング状の導波路RNGの他方の側の導波路部分には光検出器8*i*2が設けられている。光検出器8*i*2としては例えばフォトダイオード(photo diode)等の適宜の光/電気変換手段が用いられる。

【0053】このように構成された複数の分光/復調器81～8*n*が、導波路90を直列に連ねてサブストレータ70上に配列されている。分光/復調器8*i*のリング共振器8*i*1は、それと対をなすセンサ3*i*または3*i*'のリング共振器3*i*1または3*i*1'の共振特性に同調した共振特性を持つように構成される。具体的には、図12の(a)に示すようなリング共振器3*i*1'の共振特性に対して、同図の(b)に示すように中心周波数をずらしたややブロード(broad)な同調特性を持つように構成される。これによって、リング共振器3*i*1'の共振周波数がリング共振器8*i*1の同調曲線の傾斜部に来るようになる。

【0054】このような同調により、導波路90を通る光信号からリング共振器3*i*1'の共振周波数成分が分

光される。分光された光はリング状の導波路RNGを循環し、この光が光検出器8 i 2によって検出される。

【0055】リング共振器3 i 1' の共振周波数が超音波に応じて変化するとき、それはリング共振器8 i 1 の同調曲線の傾斜部上を動くことになる。このため、リング状の導波路RNGを循環する光信号のレベル(level)は、FM信号をスロープ(slope) 検波した場合と同様に、周波数変化に応じて変化する。したがって、光検出器8 i 2の出力信号として超音波の振幅に応じて振幅が変化するアナログ(analog)電気信号が得られることになる。

【0056】このような動作が複数の分光/復調器8 1 ~ 8 nにおいてそれぞれ行われることにより、センサ3 1' ~ 3 n' が受波した超音波がそれぞれ電気信号に変換される。すなわち、超音波受波器1 0のセンサアレイの各チャンネルが受波した超音波がそれぞれ電気信号として得られる。ただし、各電気信号には直流成分が重畳しているので、信号の利用に当たってそれを除去する必要がある。

【0057】暗線スペクトルの光出力信号を生じるセンサ3 i に対しては、図13の(a)に示すようなリング共振器3 i 1の共振特性に対して、同図の(b)に示すように中心周波数をずらしたより急峻な同調特性を持つように構成される。これによって、リング共振器8 i 1の共振周波数がリング共振器3 i 1の吸収スペクトラム曲線(同調曲線)の傾斜部に来るようになる。

【0058】このような同調により、導波路9 0を通る光信号からリング共振器8 i 1の共振周波数成分が分光される。分光された光はリング状の導波路RNGを循環し、この光が光検出器8 i 2によって検出される。

【0059】リング共振器3 i 1の共振周波数が超音波に応じて変化するとき、リング共振器3 i 1の同調曲線の傾斜部上の異なる部分の周波数成分がリング共振器8 i 1と同調することになる。このため、リング状の導波路RNGを循環する光信号のレベルは、FM信号をスロープ検波した場合と同様に、周波数変化に応じて変化する。したがって、光検出器8 i 2の出力信号として超音波の振幅に応じて変化するアナログ電気信号が得られることになる。

【0060】このような動作が複数の分光/復調器8 1 ~ 8 nにおいてそれぞれ行われることにより、センサ3 1 ~ 3 nが受波した超音波がそれぞれ電気信号に変換される。すなわち、超音波受波器1 0のセンサアレイの各チャンネルが受波した超音波がそれぞれ電気信号として得られる。ただし、各電気信号には直流成分が重畳しているので、信号の利用に当たってそれを除去する必要がある。

【0061】このような分光/復調部6 0は、超音波受波器1 0を製作するのと同じ設備により対をなして製作できる点で好ましい。なお、分光/復調部6 0は上記

の実施の形態に限られるものではない。

【0062】以上のような超音波検出装置を利用して超音波撮像装置を構成することができる。図14に超音波撮像装置の実施の形態の一例を示す。同図において図1と同様の部分には同一の符号を付して説明を省略する。超音波受波器1 0は中央部に貫通孔を有し、そこに超音波送波器1 1 0が配置されるようになっている。超音波送波器1 1 0は例えば圧電材料からなる超音波振動子等を用いて構成される。超音波送波器1 1 0は送波部1 2 0によって駆動され、被検音場に超音波を送波する。

【0063】この送波に対するエコーが超音波受波器1 0のセンサ3 1 ~ 3 nによって検出され、光源部5 0の光についての個々の光スペクトラムの変化として分光/復調部6 0に入力される。

【0064】個々の光スペクトラムの変化は、分光/復調部6 0においてそれぞれアナログ電気信号に復調されて、センサ3 1 ~ 3 nのアレイのチャンネル毎のエコー受信信号が得られる。すなわち、従来の超音波振動子アレイで受信したのと同様な複数チャンネルのエコー受信信号が得られる。ここで、超音波受波器1 0、光源部5 0および分光/復調部6 0は本発明における受信手段の実施の形態の一例である。

【0065】画像生成部1 3 0はそれらチャンネル毎のエコー受信信号に基づいて画像を生成する。画像生成部1 3 0としては、従来の超音波振動子アレイを用いる超音波撮像装置における画像生成部と共通のものをを用いることができる。生成された画像は表示部1 4 0に可視像として表示される。

【0066】このような超音波撮像装置において、超音波受波器1 0と撮像装置本体側とを結ぶ信号線は、検出信号に関してはチャンネル数に無関係にたった2本の光導線で済ませることができる。なお、光導線数を増やして系統を複数化することにより、2次元アレイ等の膨大なチャンネル数にも容易に対応することができる。

【0067】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、課題を解決するための第1の発明によれば、複数の光リング共振器を共通の導波路で連ね、この導波路に広帯域の光を通すことにより複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出するようにしたので、複数の超音波検出信号群を共通の導波路を通じて取り出すことができ、それによって、検出アレイのチャンネル数に関わらず信号線が少数で済む超音波検出方法を実現することができる。

【0068】また、課題を解決するための第2の発明によれば、複数の光リング共振器を共通の導波路で連ね、この導波路に広帯域の光を通すことにより複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出するようにしたので、複数の超音波検出信号群を共通の導波路を通じて取り出すこ

11

とができ、それによって、検出アレイのチャンネル数に関わらず信号線が少数で済む超音波検出装置を実現することができる。

【0069】また、課題を解決するための第3の発明によれば、複数の光リング共振器を共通の導波路で連ね、この導波路に広帯域の光を通すことにより複数の光リング共振器に加わる超音波圧力を個々の光リング共振器の共振周波数の変化として検出するようにしたので、複数の超音波検出信号群を共通の導波路を通じて取り出すことができ、それによって、検出アレイのチャンネル数に関わらず信号線が少数で済む超音波撮像装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例の装置のブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態の一例の装置におけるセンサの模式的構成図である。

【図3】本発明の実施の形態の一例の装置におけるセンサの模式的構成図である。

【図4】本発明の実施の形態の一例の装置におけるセンサの動作説明図である。

【図5】本発明の実施の形態の一例の装置のブロック図である。

【図6】本発明の実施の形態の一例の装置におけるセンサの模式的構成図である。

【図7】本発明の実施の形態の一例の装置におけるセンサの模式的構成図である。

【図8】本発明の実施の形態の一例の装置におけるセンサの動作説明図である。

【図9】本発明の実施の形態の一例の装置における分光／復調部の模式的構成図である。

【図10】本発明の実施の形態の一例の装置における分光／復調器の模式的構成図である。

【図11】本発明の実施の形態の一例の装置における分光／復調器の模式的構成図である。

【図12】本発明の実施の形態の一例の装置における分光／復調器の動作説明図である。

12

【図13】本発明の実施の形態の一例の装置における分光／復調器の動作説明図である。

【図14】本発明の実施の形態の一例の装置のブロック図である。

【図15】リング共振器の模式的構成図である。

【図16】リング共振器の動作説明図である。

【符号の説明】

10 超音波受波器

20 サブストレート

31～3n, 31'～3n' センサ

40 導波路

41 入力導波路

42 出力導波路

43, 44 終端器

50 光源部

51 光線路

52 コネクタ

60 分光／復調部

61 光線路

62, 63 コネクタ

3i1, 3i1' リング共振器

3i2 ダイアフラム

CPL, CPL1, CPL2 方向性結合器

RNG リング状の導波路

MCH 音響整合層

MDI 伝音媒体

70 サブストレート

81～8n 分光／復調器

90 導波路

100 終端器

8i1 リング共振器

8i2 光検出器

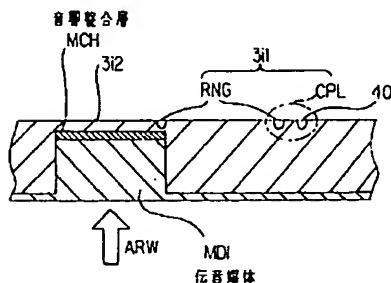
110 超音波送波器

120 送信部

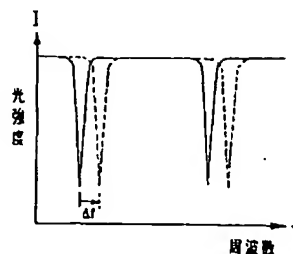
130 画像生成部

140 表示部

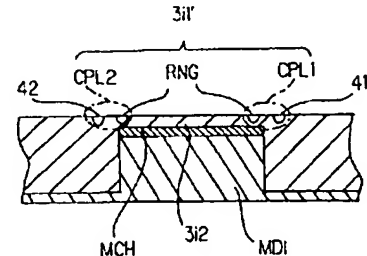
【図3】



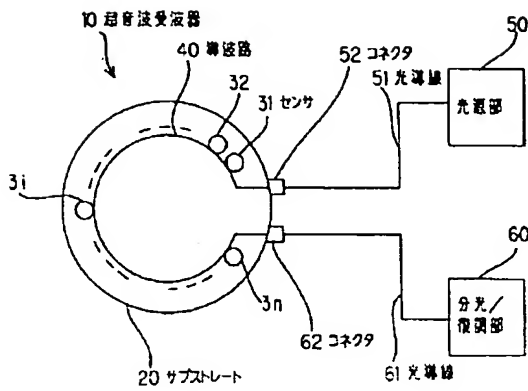
【図4】



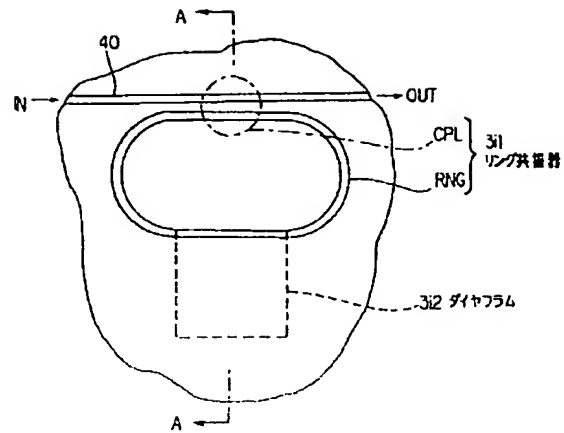
【図7】



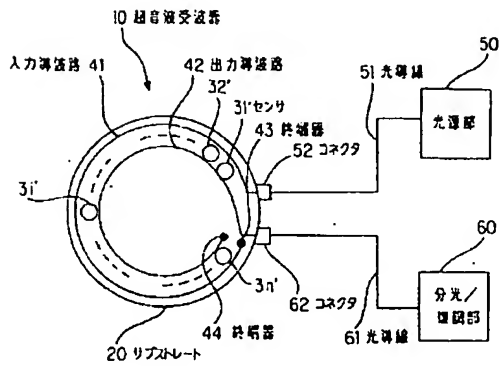
【図1】



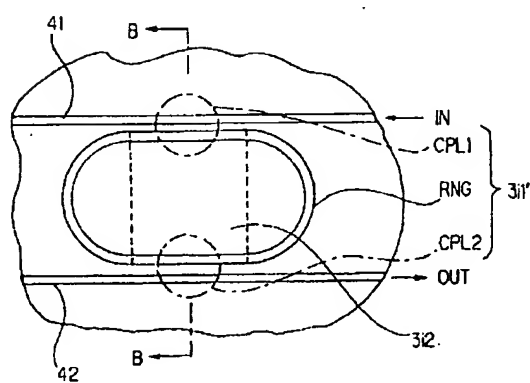
【図2】



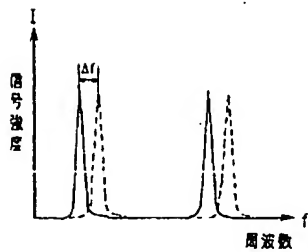
【図5】



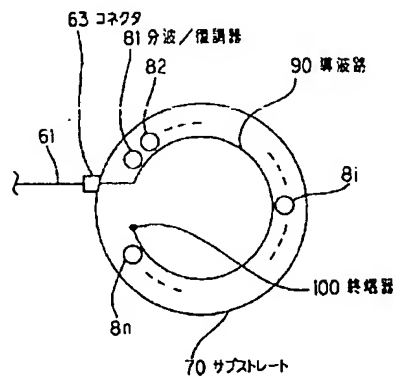
【図6】



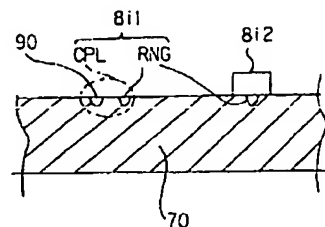
【図8】



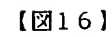
【図9】



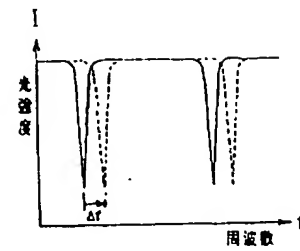
【図11】



【图12】



【図14】



【図15】

